Die Tiefenlage des Auges.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde
der hohen medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexanders-Universität zu Erlangen

vorgelegt von
Beatrix Rid
aus Weilheim / Obb.

Tag der mündlichen Prüfung: 15. 6. 1937.

1937
Buchdruckerei Karl Döres, Erlangen, Jägerstrasse 3

Referent: Prof. Dr. med. A. Haßelwander.

Dekan: Prof. Dr. med. R. Greving.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Als ich bei meinen Studien an der Erlanger Universität Gelegenheit hatte, den großen Wert der raumrichtigen Stereoskopie an Röntgenbildern kennen zu lernen, und dabei besonders auch deren Bedeutung für mein eigenes Fach, die Zahnheilkunde, zu studieren, ergab sich für mich die Anregung, mich mit der Untersuchung einer Teilfrage an den hier bei dem Leiter des anatomischen Instituts, Herrn Professor Dr. Haßelwander, lebhaft betriebenen Arbeiten auf diesem Gebiete zu beteiligen.

Es hat sich dabei ergeben, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird, daß die Beantwortung der mir gestellten Aufgabe noch über den engeren Bereich hinaus, manches Verwertbare gezeitigt hat.

Mein Thema lautete:

„Die Tiefenlage des Auges."

Ueber die Tiefenlage des Auges bestehen nun allerdings bis heute zahlreiche Untersuchungen, ja geradezu eine schwer übersehbare Menge von Angaben über die Art und Weise, wie man sie ermitteln könnte, und man mag vielleicht versucht sein, die Frage zu stellen, ob denn eine solche Untersuchung überhaupt noch eine Berechtigung habe.

Ich glaube im weiteren jedoch klarmachen zu können, daß die vorliegende Untersuchung einmal für den engeren Aufgabenkomplex einem Bedürfnis entsprochen hat, das auf andere Weise nicht zu befriedigen war, andererseits aber auch zu Fragen der Physiologie, der Anthropologie wie auch der Augenheilkunde weitere Daten zu liefern imstande war.

Um nun die oben angedeuteten Zusammenhänge ganz klar zu entwickeln, halte ich es für das Zweckmäßigste, zuerst von meiner speziellen Aufgabe auszugehen.

Diese ist, für den Zweck der Raumbildmessung an Röntgenbildern die Tiefenlage des Auges zugleich exakt und mit einem einfachen Vorgehen festzulegen. —

Der hohe diagnostische Wert der Röntgenstrahlen ist, das darf man wohl sagen, in der Zahnheilkunde heute voll anerkannt. Allein mit ganz wenigen Ausnahmen wird das Röntgenbild bis heute lediglich in Form der Einzelaufnahme verwendet. Trotz seines immerhin hohen Nutzens befriedigt dieses aber doch bei vielen Aufgaben der Diagnostik keineswegs.

Einige Beispiele aus meinem zahnärztlichen Arbeitsgebiet mögen dies illustrieren:

Nehmen wir an, der Zahnarzt habe für die Aufnahme eines Stiftes den Wurzelkanal zu erweitern und möchte sich überzeugen, ob dabei die Gefahr einer Perforation der Wurzel infolge einer Krümmung derselben besteht und wie er diese vermeiden könnte. Dazu wird das Röntgenbild zu Rate gezogen. Dieses zeigt uns als Einzelbild zwar das eventuelle Vorhandensein einer Wurzelkrümmung, doch gibt es in den meisten Fällen keine oder nur sehr mangelhafte Auskunft über die Richtung derselben, obwohl doch gerade dieser Faktor für die vorliegende Aufgabe von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Diesem Bedürfnis kann nur ein Verfahren gerecht werden: die stereoskopische Darstellung.

Die räumliche Betrachtung im Stereoskop zeigt dann ohne weiteres den wahren Sachverhalt und damit die Ueberlegenheit dieser Methode gegenüber der flächenhaften Betrachtungsweise.

Wird die Beurteilung des Stereoskopbildes nur durch die Betrachtung des subjektiven Raumeindrucks zu erreichen gesucht, so ist zwar eine gute körperhafte Vorstellung immerhin möglich, aber alles ist doch der subjektiven Schätzung überlassen und damit ist natürlich die Möglichkeit einer Täuschung keineswegs ausgeschlossen; diese Art der Darstellung befriedigt also doch nicht restlos.

Handelt es sich z. B. um Entfernung eines retinierten Zahnes, so ist es wünschenswert, daß zu dem subjektiven Eindruck noch ganz präzise Feststellungen treten. Es ist hier von größtem Wert, wenn man mit Hilfe des meßbaren objektiven Raumbildes bereits vor Beginn der Operation bestimmen kann, in welchem Lageverhältnis der Zahn zu seiner Umgebung steht und ob eine Resektion der Wurzeln benachbarter Zähne unvermeidlich sein wird.

Erst das meßbare Raumbild bringt also hier den Wert des Röntgenogramms zu seiner vollen Auswirkung. —

Was hier für die zahnärztliche Untersuchung gesagt wurde, gilt in gleicher Weise für alle ärztlichen diagnostischen Aufgaben, die mit dem Röntgenbild gefördert werden können.

Wer aber die Stereoskopie des Röntgenbildes zu objektiven Feststellungen verwenden will, muß die Bedingungen für das Zustandekommen der Raumrichtigkeit kennen und beachten.

Diese sind:

1. „Gleiche Zentrierung", d. h. die beiden Augen des Betrachters müssen den Röntgenbildern im Lot über dem Punkt gegenüberstehen, über dem bei der Aufnahme die Röhre zentriert war.
2. Kenntnis der Standlinie oder Basis bei der Aufnahme und Betrachtung.

   Ist die Standlinie, d. h. der seitliche Abstand der Augen des Betrachters gleich der Röhrenverschiebung der Aufnahme, so erscheinen alle Maße gleich denen des Objektes; besteht Ungleichheit, so erscheint ein in dem entsprechenden Verhältnis verkleinertes oder vergrößertes Bild.
3. Uebereinstimmung des Fokusabstandes bei der Aufnahme mit der Bildweite, d. i. Abstand der Filme von den Augen bei der Betrachtung.

Zur Erfüllung dieser Bedingungen der Raumrichtigkeit ist es bei der Wahl des Stereoskops von ausschlaggebender Bedeutung, die Einhaltung derselben durch die Konstruktion des Gerätes zu gewährleisten.

An dem früheren Gerät Haßelwanders wurde die Einstellung auf die erforderliche Bildweite mittels einer Art von Peilvorrichtung vorgenommen. Da die Beurteilung der Richtigkeit dieser Einstellung aber ganz dem subjektiven Ermessen des Betrachters überlassen bleiben muß, eine Kontrolle bei dem genannten Verfahren auch nicht möglich ist, ging das Streben Haßelwanders bei weiterer Vervollkommnung des Gerätes nach rein mechanischer Festlegung, um einfach und sicher nachkontrollierbar die Einstellung der Bildweite vornehmen zu können.

Der Lösung dieser Aufgabe liegt eine topographisch-anatomische Annahme zugrunde, zu der wir im Institut durch Studium von Präparaten, Gefrierschnitten und die Beobachtung des Lebenden gekommen sind, die nämlich, daß der sogenannte „Augendrehpunkt" etwa in einer durch die beiden seitlichen Augenhöhlenränder bestimmten Frontalebene gelegen sei. —

Bei seinem Gerät verzichtet Haßelwander bewußt auf eine komplizierte Optik, da es sein Bestreben ist, die Vorteile der Stereoskopie an Röntgenbildern möglichst weiten Kreisen zu verschaffen und die Methode so einfach zu gestalten, daß sie der Diagnostik

des vielbeschäftigten Arztes auch wirklich dienen kann und er erstrebt daher für die natürliche Optik des Auges eine sichere Festlegung des Projektionszentrums.

Als Ausgangspunkt für die automatische Einstellung schien nach dem oben Gesagten kein Anhalt sicherer als der laterale Orbitalrand.[1])

Haßelwander benützt daher zur automatischen Einstellung der Bildweite dem lateralen Orbitalrand anliegende Okularmuscheln, die es dem Betrachter ermöglichen, durch leichtes Aufstützen der lateralen Augenhöhlenränder die Augendrehpunkte in die erforderliche Entfernung von den Bildern zu bringen. (S. Abb. 2.)

Meine ursprüngliche Aufgabe bestand nun darin, zu prüfen, mit welchem Grad von Genauigkeit in der hier gekennzeichneten Weise der Augendrehpunkt an einer bestimmten Stelle festgelegt werden kann. Es ergab sich, daß ich dadurch ganz folgerichtiger Weise an die Frage der Exophthalmometrie herangeführt wurde.

Zur Verfügung stand ein von Haßelwander bereits vor Jahren für solche Zwecke gebautes kleines Instrument der eben angeführten Art, an dem wir die für Messungen nötigen Anordnungen trafen. Ich bilde zur vorläufigen Orientierung das Gerät hier ab (Abb. 1) und werde am gegebenen Ort (S. 13) näher darauf eingehen.

Es erscheint mir hier zunächst erforderlich, die bisher geübten bekanntesten Methoden der Exophthalmometrie kurz zu besprechen. Eine ausführliche Beschreibung der verwendeten Apparate halte ich hier für überflüssig, weil sie in der ophthalmologischen Literatur bereits an verschiedener Stelle eingehend geschildert worden sind. (Engelking, Handb. d. Augenh., 3. Aufl., Untersuchungsmethoden, Birch-Hirschfeld, Handb. d. A., 2. Aufl., Bd. XI.)

Folgende Autoren haben mit den von ihnen geübten Methoden der Exophthalmometrie besondere Beachtung gefunden: Cohn's Apparat, der als erstes Exophthalmometer Erwähnung verdient, besteht aus zwei horizontalen, durch einen Querbalken verbundenen Meßskalen, die rechts und links neben den Schläfen in Augenhöhe schweben. Eine Pendelvorrichtung gestattet, das Gerät senkrecht zu halten, nachdem es mit zwei gepolsterten Vorrichtungen an die Stirne angelegt wurde. Sog. „Orbitalhaken", die auf dem oberen

1) Auch nach Ansicht einer Reihe von Autoren ist er als punctum fixum in der Umgebung des Auges am besten geeignet. Schon Cohn, der Autor, der sich als erster mit der Tiefenmessung der Augenlage beschäftigt hat, schreibt (Arch. f. Ophthalm. Bd. 5, S. 342), daß der äußere Augenhöhlenrand sich „wegen der dünnen, leicht zusammendrückbaren, niemals mit Fett ausgepolsterten, dem processus ossis zygomatici dicht aufliegenden Haut zum punctum fixum mehr eignete als irgend ein anderer Teil des knöchernen vorderen Randes der Augenhöhle".

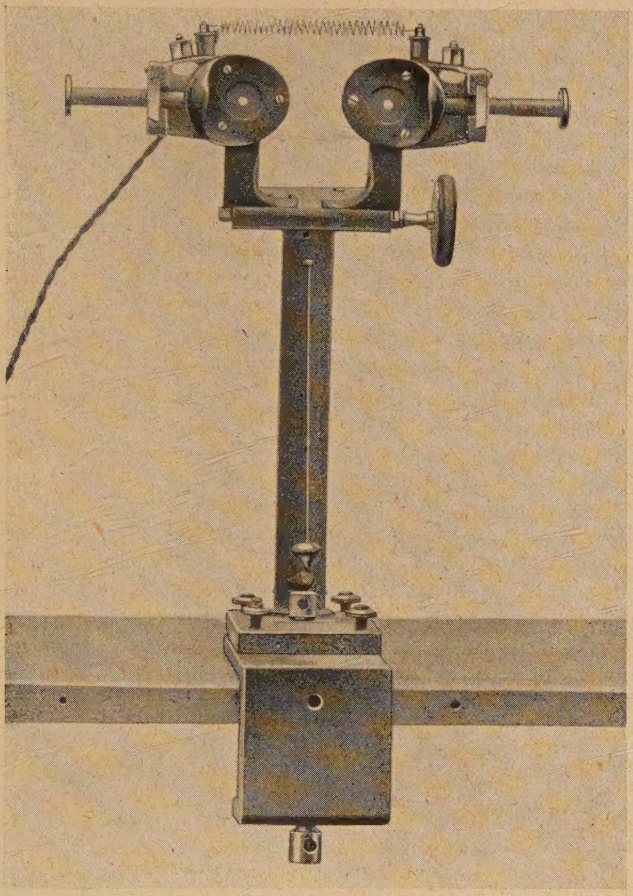

Abb. 1.

Orbitalrand über der Pupillenmitte angesetzt werden, dienen als Ausgangspunkt für die Messungen. Mit Hilfe eines auf jeder Meßskala angebrachten Fernrohres mit Fadenkreuz findet man durch Beobachtung von Orbitalhakenspitze und Hornhautscheitel mittels Berechnung die Prominenz des Hornhautscheitels gegenüber dem oberen Orbitalrand, da die Länge des Hakens bekannt ist.

Die Nachteile dieses Verfahrens liegen vor allem in der Wahl des punctum fixum, da der obere Orbitalrand bei vielen Menschen außer der hier kräftigen Muskulatur ein Fettpolster eingelagert zeigt. Außerdem ist die Blickrichtung der Versuchsperson nicht fixiert,

was bei kleinen Drehungen des Bulbus zu Meßfehlern bis 0,6 mm führen kann, wie ich mich durch verschiedene Versuche überzeugt habe. Auch die Tatsache, daß die Resultate nur auf dem Wege der Berechnung zu ermitteln sind, bedeutet eine gewisse Erschwerung des Verfahrens.

Den äußeren Orbitalrand als Ausgangspunkt benützt eine ganze Reihe von Autoren, als erster Emmert. Hier dient eine graduierte Messingstange mit sagittal stehendem, plattenförmig verbreitertem Ende zum Anlegen an die hintere Jochbeingegend. Auf der Stange sind zwei Messingstäbe verschieblich; der hintere dient zum Anlegen an den lateralen Orbitalrand, der vordere trägt zwei Visierspitzen und wird auf den Hornhautscheitel gerichtet, und so die Prominenz desselben gegenüber dem lateralen Orbitalrand auf der Meßstange abgelesen. Die Vorrichtung wird nacheinander an die eine und die andere Gesichtshälfte angelegt.

Neben der Unsicherheit in der Haltung des Apparates (bei der individuellen Verschiedenheit des Schädelbaues scheint das beabsichtigte Anlegen an die Jochbeingegend kaum in exakter Weise möglich), ist das zur Messung der Tiefenlage beider Augen nacheinander rechts und links erforderliche Anlegen des Instrumentes sowohl umständlich als auch für die Genauigkeit der Messungen unvorteilhaft. Außerdem ist auch hier die Blickrichtung der Versuchsperson nicht festgelegt und überdies eine Fehlerquelle darin zu suchen, daß eine Haltungsänderung des Untersuchenden ein schräges Anvisieren zur Folge haben könnte.

Auf ähnlichen Prinzipien wie das vorerwähnte beruht auch das Exophthalmometer von Zehender, bestehend aus einem gleichfalls immer nur für die Messung an einer der beiden Gesichtshälften geeigneten Maßstab, der auf den seitlichen Rand der Augenhöhle aufgesetzt wird, und je einen lateral- und medialwärts gerichteten Arm trägt. Am nasalen Ende des letzteren ist ein ebenfalls lateralwärts zeigendes Spiegelchen angebracht, in dem die als Visier gedachte Spitze des anderen Armes mit ihrem Spiegelbild und dem Hornhautscheitel zur Deckung gebracht wird.

Auch bei diesem Apparat ist die Möglichkeit einer Täuschung durch Schräghalten und Schwanken des Meßgerätes während der Einstellung und Ablesung gegeben und zur Messung beider Augen ein Anlegen an die rechte und linke Gesichtshälfte erforderlich.

Ambialet empfiehlt eine Meßschiene mit Spiegelsystem und Visier, die durch verschiedene Stützpunkte an die Orbitalränder fixiert wird. Seine Messungen beziehen sich auf den lateralen Orbitalrand.

Eine Schwierigkeit in der Handhabung bedeutet hier vor allem das exakte Anlegen an die verschiedenen Stützpunkte.

Auch bei diesem Exophthalmometer fehlt eine Vorrichtung zur Festlegung der Augenstellung der Versuchsperson, außerdem können Fehler beim Anvisieren unterlaufen.

Den bisher genannten Exophthalmometern durch seine Präzision weit überlegen ist das Gerät von Sattler u. Hering, veröffentlicht durch Birch-Hirschfeld.

Vor der Messung, die sich ebenfalls auf den äußeren Rand der Augenhöhle bezieht, wird der Apparat durch Kinnstütze und Stützpunkte für Kinn und Nasenspitze, sowie durch „Orbitalhaken", die im Gegensatz zu denen Cohns an den Seitenrändern der Orbita angelegt werden, fixiert. Das Ablesen geschieht nach Fadenkreuzeinstellung durch ein Mikroskop. Birch-Hirschfeld vervollkommnete das Gerät noch durch Anbringung einer mm-Skala, die eine genaue Beurteilung der Lage der Maßstäbe zur Mittellinie des Apparates erlaubt.

Trotz seiner Vollkommenheit sind gewisse Nachteile dieses Exophthalmometers nicht zu leugnen. Sie liegen, außer der Höhe des Anschaffungspreises, vor allem in der komplizierten Handhabung, die das Instrument zur Untersuchung nervöser und ungeschickter Patienten ungeeignet erscheinen läßt.

Auch hier wieder ist die Blickrichtung nicht bestimmt.

Am häufigsten findet für klinische Beobachtungen das „Spiegelexophthalmometer" von Hertel, in der Ausführung von Zeiß, Anwendung. Es besteht aus einem Metallstab, der zwei symmetrisch angeordnete Spiegelvorrichtungen trägt. Der Apparat wird mit je einem Bügel auf den lateralen Rand der linken und rechten Orbita zugleich aufgesetzt. Im unteren Spiegel, der in einem Winkel von 45 ° zur Frontalfläche des Gesichtes steht, erscheint der Hornhautscheitel, und darüber, in einem Spiegelglasstreifen, die Abbildung einer Meßskala.

Das Spiegelbild liegt hierbei hinter dem Spiegel in einer Entfernung, die durch den seitlichen Abstand des Hornhautscheitels vom Spiegel bestimmt wird. Dieser ist natürlich bei den einzelnen Individuen verschieden. Hertel hat daher für sein Instrument einen Durchschnittswert von 20 mm angenommen. Liegt dieser angenommene Wert tatsächlich vor, so kann ohne Parallaxe gemessen werden, sonst aber sind die Resultate unsicher. Hertel gibt bei der Veröffentlichung seines Exophthalmometers zu, daß dieses für wissenschaftliche Feststellungen nicht gedacht ist, zu klinischen Untersuchungen dagegen hinreichend genaue Resultate gewährleistet.

Stellungsänderungen der zu untersuchenden Augen und ebenso ungenaue Aufstellung des Untersuchers gegenüber den Spiegeln können auch hier zu Messungsschwankungen führen.

Trendelenburg verwendet für seinen Apparat das Prinzip der Raumbildmessung. Auf einer halbdurchlässigen Glasscheibe, die sowohl zum Patienten als auch zum Untersucher in einem Winkel von 45° steht, sieht man Hornhautscheitel und Orbitalrand im Spiegelbild und gleichzeitig durch den halbdurchlässigen Spiegel hindurch einen verschieblichen Maßstab, und kann so leicht die messende Ablesung vornehmen.

Die Stellung von Untersucher und Patient zueinander ist durch je eine Stütze für die Nasenwurzel gegeben. Der laterale Orbitalrand wird durch eine kleine Platte markiert, die an einem Brillengestell beweglich angebracht ist.

Die Methode von Trendelenburg darf in Bezug auf Meßgenauigkeit und Einfachheit sicher unter die vorteilhaftesten gerechnet werden. Erwähnung verdient außerdem die vielseitige Verwendungsmöglichkeit des Gerätes.

Doch scheint mir eine gewisse Fehlerquelle darin zu liegen, daß als alleiniger Stützpunkt für die Kopfhaltung die Nasenwurzel gewählt wurde, weil hier doch bei kleinster Aenderung der Stellung von Stütze und Nasenwurzel zueinander schon merkliche Verschiebungen zwischen der Augenstellung von Patient und Untersucher eintreten können. Auch eine Verschiebung der Markierung der Orbitalränder dürfte wohl manchmal zu Meßfehlern Veranlassung geben. — Bei Anwendung dieser Methode ist ein normaler binokulater Sehakt für den Untersucher Voraussetzung.

Der Vollständigkeit halber sei noch Snellen genannt, dessen „Statometer" Aehnlichkeit mit dem Exophthalmometer von Zehender aufweist. Allerdings legt Snellen seinen Messungen eine etwas vage Beziehung, die „Orbitalbasis" zugrunde. Die Ablesung erfolgt mittels Spiegel und Visier.

Die Methode ist kompliziert, da absolut senkrechte Einstellung des Apparates zur Gesichtsebene nötig ist. Wegen der Wahl des Ausgangspunktes für die Messungen kam für die Lösung der mir gestellten Aufgabe der Snellen'sche Apparat nicht in Betracht.

Arnold benützt als punctum fixum den Nasenrücken. Bei den außerordentlichen individuellen Schwankungen in der Form gerade dieses Ausgangspunktes darf man wohl sagen, daß diese Methode nur zu vergleichenden Messungen an einer Person geeignet ist.

Dasselbe gilt von derjenigen von P. Knapp, dessen Messungen sich auf den äußeren Lidwinkel beziehen, ebenso auch von dem Vorgehen, das Kiyosawa empfiehlt: „Ein Arm soll am Hinterhaupthöcker und der andere auf die Hornhaut angesetzt werden." —

Während die bisher genannten Autoren sich vor allem mit der Messung der exorbitalen oder relativen Prominenz des Bulbus beschäftigt und somit die Klarstellung einer anatomischen Beziehung angestrebt haben, entstand eine Reihe weiterer Arbeiten auf dem Gebiete der Exophthalmometrie vom Standpunkt des Physiologen aus, um die Augenlage unter verschiedenen Bedingungen zu prüfen.

So stellt z. B. Coccius Ermittlungen über die Tiefenlage des Bulbus in der Weise an, daß er mit Hilfe eines in sagittaler Richtung verschieblichen Maßstabes die Strecke vom Berührungspunkt am geschlossenen Auge bis zu einem in der Frontalebene gelegenen Querbalken mißt.

Die Ergebnisse leiden auch hier an der Unmöglichkeit, die Vorrichtung wirklich ruhig und sagittal zu halten. Auch müßte die Dicke des Augenlides in Betracht gezogen werden.

Weiß setzt Elfenbeinknöpfchen auf die kokainisierte Hornhaut und mißt deren Stellung an Maßstäben, die mittels Stirnreif befestigt sind.

Auch diese Methode eignet sich nur zur Kontrolle der Bulbuslage an einem Individuum bei verschiedenen physiologischen Zuständen.

Ludwig mißt auf objektiv-photographischem Wege das Hervortreten des Bulbus bei willkürlicher Lidspaltenerweiterung. Die hierzu verwendete Vorrichtung eignet sich ebenfalls nicht für Untersuchungen an einer größeren Zahl von Personen, wie sie zur Beantwortung der mir vorliegenden Frage nötig ist.

Ein Gerät, das wegen der großen Sicherheit, mit der es bei den verschiedensten Körperlagen in seiner ursprünglichen Stellung fixiert bleibt, sich besonders für exakte wissenschaftliche Untersuchungen im physiologischen Sinn eignet, ist ein Exophthalmometer von Birch-Hirschfeld. Er konstruierte einen Bleihelm, genau den Schädelkonturen angepaßt, und photographiert mit einem daran befestigten Apparat die Vorwölbung des Bulbus unter den verschiedensten Bedingungen.

Die sich völlig deckenden Aufnahmen eignen sich ausgezeichnet zu vergleichenden Messungen an einem Individuum, wobei die Ergebnisse allerdings auf ein Auge beschränkt sind.

Der Apparat kann in der eben beschriebenen Form natürlich nur für die Person, für die er gebaut wurde, verwendet werden.

Eine ebenfalls von Birch-Hirschfeld angegebene Modifikation gestattet allerdings eine allgemeinere Verwendung. Hier wird der Bleihelm durch ein Beißbrett, Kinn- und Stirnstütze ersetzt, worunter die Genauigkeit der Einstellung naturgemäß gegenüber der erstgenannten Vorrichtung zurücktritt.

Auch hier ergeben sich mit Hilfe der Photographie objektive Befunde. Die Methode war für meinen Zweck der Ermittelung von Lagebeziehungen zwischen Bulbus und lateralem Augenhöhlenrand an einer größeren Anzahl von Untersuchungspersonen nicht verwendbar.

Messungen auf objektiv graphischem Wege nimmt Tuyl vor. Er registrierte die Bewegungen einer auf die kokainisierte Hornhaut aufgesetzten Platte durch Hebelvorrichtungen und rotierende Trommel und untersuchte damit das Hervortreten des Bulbus bei Erweiterung der Lidspalte.

Abgesehen davon, daß die direkte Berührung der Hornhaut eine vorhergehende Kokainisierung notwendig macht, ist die Methode auch sonst kompliziert und stellt ziemliche Anforderungen

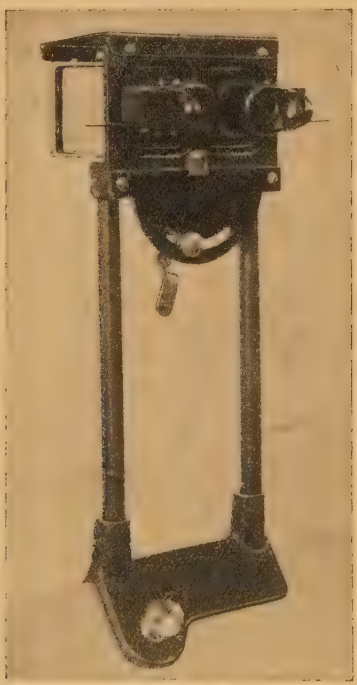

Abb. 2.

an die Versuchsperson. Zu einer großen Untersuchungsreihe erscheint sie ungeeignet.

Das Studium der über das Gebiet der Exophthalmometrie vorhandenen Literatur ergab also, daß keines der bekannten Meß-

geräte dazu geeignet war, bei der Lösung der mir gestellten Aufgabe zu dienen. Im Hinblick auf diese war es für mich das Gegebene, als Ausgangspunkt für meine Vorrichtung (s. Abb. 1) das Stereookular zu benützen, welches Haßelwander für sein Spiegelstereoskop konstruiert hat (Abb. 2).

Dieses Gerät trägt kurze Okularrohre, deren seitlicher Abstand für die individuellen Pupillendistanzen variiert werden kann. Die Rohre sind gegen den Betrachter hin durch Frontplatten abgeschlossen, welche einerseits die Blicköffnungen tragen, andererseits mit lateral aufgebogenen muschelförmigen Fortsätzen enden, an die sich der Betrachter mit den Augenhöhlenrändern aufzustützen hat. Wir haben diese Anordnung für unseren Zweck insofern etwas abgeändert, als wir, wie die bereits eingangs auf S. 7 wiedergegebene Abbildung 1 zeigt, davon nur die Frontplatten mit den Muscheln verwendeten und die ersteren mit ganz engen Löchern versahen, um die Blickrichtung ganz streng und immer gleichbleibend festzulegen.

Eine zuerst beabsichtigte Anbringung meines Apparates auf einem Stativ, wie sie die Abbildung 1 zeigt, war weniger dazu geeignet, die für eine möglichst exakte Messung notwendige Ruhestellung der Versuchsperson zu gewährleisten.

Daher wurde das Gerät auf einen Handgriff montiert. An diesem wird es von der Versuchsperson, nach Fixierung der Kopflage durch eine Kopfstütze (ich ließ die zu untersuchende Person auf einem zahnärztlichen Stuhl Platz nehmen) mit beiden Händen getragen, wobei die Arme zur Sicherung der Ruhestellung auf Armlehnen gestützt werden.

Die Messung geschieht durch seitlich an jeder Muschel angebrachte Visierröhrchen, die ein Anvisieren des durch je eine kleine Glühbirne beleuchteten Hornhautscheitels mit Hilfe von Fadenkreuz und stenopäischer Lücke gestatten. Das Resultat wird für jedes Auge auf einer mit Nonius versehenen Skala abgelesen.

Zunächst bemühte ich mich, durch eine Reihe von Vorversuchen Klarheit über die dem Apparat etwa anhaftenden Nachteile zu gewinnen, um diese dann beim weiteren Vorgehen nach Möglichkeit ausschalten zu können.

Bei diesen Untersuchungen stellte sich heraus, daß Meßfehler entstehen könnten:

1. Wenn die Einstellung der Augenmuscheln auf die beiden lateralen Orbitalränder nicht mit genügender Genauigkeit vorgenommen wird. Ein hierdurch hervorgerufenes, unbemerkt bleibendes

Abgleiten der Auflagepunkte der Muscheln auf den doch immerhin leicht gerundeten seitlichen Rändern der Augenhöhlen sollte zwar dadurch verhindert werden, daß die Auflageflächen der Muscheln als kleine Ebenen gestaltet wurden; aber immerhin könnte, wenn der Abstand am Apparat nicht genau dem der Augenhöhlenränder entspricht, ein Abgleiten in medialer oder lateraler Richtung erfolgen, das dann zu Messungsschwankungen bis zu ± 0,5 mm führen kann.

Die Größenordnung dieser Schwankungen möge durch nachstehendes Beispiel erläutert werden:

Tatsächlicher Abstand der lat. Orbitalränder	Prominenz des Hornhautscheitels rechts	links
59 mm	13,9 mm	13,7 mm
Aenderung des Abstandes auf 60 mm	14,2 mm	14,1 mm
desgl. auf 58 mm	13,7 mm	13,5 mm

Bei größeren Fehlern in der Einstellung wird sowohl von der Versuchsperson als auch vom Untersucher ohne weiteres eine Unsicherheit der Auflage des Gerätes bemerkt.

Die aus Vorstehendem resultierende Fehlerquelle konnte ich durch eine stets erfolgte Nachprüfung der von der Versuchsperson zunächst selbst vorgenommenen Einstellung des Augenabstandes ausschalten. Ich habe hierzu eine Schieblehre verwendet, mit der man sehr einfach die Entfernung des einen lateralen Orbitalrandes vom anderen feststellen und die erhaltene mm-Zahl mit der vom Patienten am Apparat eingestellten vergleichen kann.

2. Auch unter Einhaltung der geschilderten Vorsichtsmaßnahmen können jedoch durch die Verschieblichkeit der Haut auf der Knochenunterlage während des Meßvorganges kleine Schwankungen eintreten, deren Breite, nach meinen Erfahrungen, durch erneutes Anlegen des Instrumentes begünstigt wird.

Zur Erfassung dieser Fehlerquelle habe ich zunächst an einer Reihe von Versuchspersonen sog. „Großzahlmessungen“ angestellt, d. h. bei gleichbleibender Einstellung des Augenabstandes, jedoch nach immer erneutem Anlegen des Apparates, so oft die Prominenz des Hornhautscheitels gemessen, bis kein neues Resultat mehr zustande kam. Es ergab sich hierbei, daß mit 10 Messungen alle Schwankungen, die durch das Anlegen des Apparates, bzw. durch die Verschieblichkeit der Haut, entstehen können, erfaßt werden.

Die Messungsschwankungen bewegten sich übrigens stets innerhalb 1 mm. Vergleichend möchte ich erwähnen, daß nach Feststellungen von Schlabs das Hertelsche Exophthalmometer Meßfehler bis zu 2 mm, und das Gerät von Sattler u. Hering

(s. Birch-Hirschfeld), ebenso wie der Apparat von Trendelenburg Fehler innerhalb 1 mm aufweist.

Im Hinblick auf oben erwähnte Erfahrungen habe ich in der Folge für jede Person und jedes Auge 10 Messungen vorgenommen. Die in den nachfolgenden Messungsergebnissen angeführten Zahlen sind also stets Mittelwerte aus 10 Messungen.

3. Eine weitere Fehlerquelle könnte nach Angaben von O. Barkan auch in einer Scheinverschiebung der Hornhaut durch Lichtwirkung liegen. Nach seinen Feststellungen können dabei Werte bis zu 0,4 mm gefunden werden.

Durch Nachprüfung mit verschiedenen Lichtquellen, die ich nacheinander von allen Seiten an das zu untersuchende Auge heranführte, konnte ich feststellen, daß eine solche Scheinverschiebung nur bei ausgesprochen diffuser Beleuchtung, die man ja für Untersuchungszwecke von vorneherein zu vermeiden sucht, zu beobachten ist.

4. Eine Aenderung der Blickrichtung der Versuchsperson könnte, weil bei Drehung des Bulbus nicht mehr der Hornhautscheitel, sondern ein etwas weiter zurückliegender Teil anvisiert wird, auch zu Irrtümern in der Messung führen.

Da jedoch an dem von mir verwendeten Gerät die Blickrichtung durch enge Sehlöcher gegeben ist, schaltet diese Fehlerquelle hier aus.

5. Während der verschiedenen Vorversuche fiel mir ferner ein gewisses Hervortreten des Bulbus bei willkürlicher Erweiterung der Lidspalte auf, ein Moment, das ebenfalls zu Irrtümern hinsichtlich der Messungsergebnisse führen könnte.

Tuyl und Ludwig haben in dieser Hinsicht besondere Messungen angestellt und fanden übereinstimmend, daß bei maximaler Oeffnung der Lidspalte der Bulbus 0,5 — 0,8 mm hervorgedrängt werden kann.

Donders erwähnt außerdem ein Zurückdrängen des Bulbus bei verengerter Lidspalte. Auch Barkan, Müller und Berlin weisen darauf hin, daß z. B. beim Lidnicken ein Enophthalmus erzeugt wird. Barkan gibt diesen mit maximal 1,2 mm an, Müller und Berlin finden, übereinstimmend mit Birch-Hirschfeld, 0,5 mm.

Die durch Erweiterung bzw. Verengerung der Lidspalte eintretenden minimalen Schwankungen der Bulbuslage konnten bei den von mir vorgenommenen Messungen wohl unberücksichtigt bleiben, da nur bei krampfhafter Erweiterung eine merkliche Veränderung vorliegt, die Versuchsperson jedoch während der kurzen Zeit, die eine Messung in Anspruch nimmt — vielleicht vom Lidnicken ab-

gesehen —, kaum das Bedürfnis haben wird, die Stellung der Augenlider zu verändern.

Durch 2660 Messungen an 133 Personen beiderlei Geschlechts bin ich zu folgenden Resultaten (die wie schon erwähnt, Mittelwerte aus je 10 Messungen darstellen) gekommen:

Lfd. Nr.	Alter	Geschlecht	Maße in mm	
			rechts	links
1.	9	männl.	14,2	14,0
2.	10	„	13,1	13,2
3.	11	„	15,6	16,9
4.	12	„	13,9	13,5
5.	13	„	12,5	12,3
6.	14	„	13,8	14,5
7.	14	„	13,5	14,3
8.	15	„	13,1	12,8
9.	15	„	12,7	12,4
10.	16	„	13,2	12,9
11.	16	„	12,4	12,3
12.	17	„	14,6	14,2
13.	17	„	14,6	14,7
14.	17	„	12,5	12,9
15.	18	„	14,9	13,9
16.	18	„	12,9	13,4
17.	19	„	14,0	15,1
18.	22	„	13,1	12,8
19.	23	„	13,1	13,7
20.	23	„	15,0	14,1
21.	24	„	16,1	15,7
22.	24	„	14,2	13,5
23.	24	„	15,2	14,6
24.	24	„	13,7	13,8
25.	24	„	12,9	12,1
26.	25	„	13,6	14,8
27.	26	„	14,5	13,9
28.	27	„	14,0	13,8
29.	27	„	13,5	12,9
30.	27	„	14,9	13,9
31.	27	„	16,3	14,5
32.	28	„	13,6	13,0
33.	29	„	14,1	13,7
34.	29	„	14,8	13,9
35.	30	„	17,8	17,8

Lfd. Nr.	Alter	Geschlecht	Maße in mm rechts	links
36.	30	männl.	16,1	15,2
37.	31	„	17,9	17,8
38.	36	„	14,1	13,8
39.	37	„	14,5	14,3
40.	41	„	15,9	15,8
41.	42	„	15,4	15,1
42.	42	„	15,2	15,1
43.	43	„	15,7	15,8
44.	47	„	18,1	17,4
45.	48	„	16,3	14,5
46.	48	„	14,3	13,9
47.	49	„	16,8	16,1
48.	50	„	16,9	16,4
49.	50	„	15,6	15,1
50.	51	„	17,8	17,9
51.	52	„	12,7	12,9
52.	54	„	17,0	17,0
53.	59	„	17,0	18,9
54.	60	„	17,1	18,2
56.	63	„	21,0	20,0
57.	64	„	20,0	18,7

Lfd. Nr.	Alter	Geschlecht	Maße in mm rechts	links
1.	8	weibl.	12,5	12,4
2.	8	„	13,5	14,2
3.	8	„	13,5	14,0
4.	9	„	13,7	12,5
5.	10	„	13,0	13,5
6.	10	„	16,0	16,6
7.	11	„	15,5	17,0
8.	14	„	13,1	12,2
9.	15	„	13,5	14,2
10.	16	„	13,7	14,3
11.	16	„	15,0	15,0
12.	16	„	13,4	13,7
13.	17	„	15,0	15,0
14.	17	„	13,4	13,6
15.	17	„	15,3	15,2
16.	18	„	14,1	14,1

Lfd. Nr.	Alter	Geschlecht	Maße in mm rechts	links
17.	18	weibl.	14,2	14,0
18.	19	„	13,7	13,5
19.	20	„	16,3	16,9
20.	21	„	14,1	15,6
21.	21	„	13,3	13,2
22.	22	„	14,4	15,7
23.	22	„	11,9	12,8
24.	23	„	13,2	13,9
25.	23	„	13,5	13,3
26.	24	„	17,6	16,7
27.	24	„	13,6	13,4
28.	25	„	17,5	15,8
29	25	„	20,0	16,1
30.	25	„	17,9	16,8
31.	26	„	14,4	13,5
32.	26	„	13,0	13,9
33.	26	„	15,4	14,1
34.	27	„	15,0	15,9
35.	27	„	13,0	12,8
36.	27	„	14,6	13,8
37.	27	„	12,9	13,5
38.	28	„	16,4	16,1
39.	28	„	16,4	16,1
40.	29	„	15,1	16,0
41.	30	„	15,5	17,0
42.	30	„	13,5	14,0
43.	31	„	15,1	17,0
44.	31	„	15,3	17,1
45.	32	„	19,0	18,0
46.	32	„	12,2	12,3
47.	32	„	13,7	13,3
48.	33	„	18,5	17,6
49.	33	„	19,1	18,4
50.	33	„	13,7	14,1
51.	33	„	14,0	13,0
52.	34	„	18,7	17,9
53.	35	„	16,2	15,3
54.	37	„	13,1	13,8
55.	37	„	16,0	16,6
56.	42	„	15,1	15,0
57.	42	„	16,0	16,8

Lfd. Nr.	Alter	Geschlecht	Maße in mm rechts	links
58.	43	weibl.	15,6	15,2
59.	43	„	17,8	17,8
60.	46	„	18,0	17,2
61.	46	„	13,6	13,1
62.	50	„	13,0	13,5
63.	50	„	13,5	13,0
64.	51	„	12,0	12,2
65.	51	„	16,4	16,3
66.	52	„	13,5	10,6
67.	53	„	14,3	14,3
68.	54	„	14,6	14,1
69.	54	„	13,6	11,0
70.	56	„	17,1	16,9
71.	56	„	18,1	18,4
72.	58	„	15,6	14,4
73.	59	„	15,7	14,6
74.	60	„	17,8	18,8
75.	60	„	20,0	19,0
76.	60	„	18,2	18,7
77.	62	„	16,1	16,0

Schon eine flüchtige Durchsicht dieser Ergebnisse zeigt, daß die Tiefenlage des Auges sehr unterschiedlich ist. Bei den untersuchten 133 Personen stellte sich eine extreme Schwankungsbreite von 10 mm heraus.

Einige aus der Literatur bekannte Zahlen mögen hier zum Vergleich mit den von mir beobachteten höchsten und niedrigsten Werten dienen:

Messungen mit Exophthalmometer von:	Grenzwerte kleinster:	größter:
Emmert	9,0	20,0
Hertel (ausgeführt durch Schlabs)	10,1	21,0
Hertel (ausgeführt durch Birnbaum) . . . (Arch. f. Ophth. 90, S. 379)	11,0	19,0
Birch-Hirschfeld	11,5	18,0
Meine eigenen Ergebnisse	10,8	21,0

Außerdem füge ich hier noch sich aus 78 Unter-

suchungen mit dem Hertel'schen Gerät ergebende Grenzwerte an; die Messungen wurden liebenswürdigerweise für Hasselwander durch Herrn Dr. Staudenraus, Fürth, im Hinblick auf vorliegende Materie ausgeführt 12,0 17,0

Die Nennung der von mir gefundenen Grenzwerte würde wohl zu irrigen Vorstellungen führen, wenn nicht Klarheit geschaffen wird, wie sich die innerhalb dieser Grenzen vorkommenden Maße in ihrer Häufigkeit verteilen.

Zu diesem Zweck stelle ich in Nachfolgendem in einer Tabelle — und zur sinnfälligen Darstellung graphisch (Abb. 3) — zusammen, in welcher Häufigkeit sich die verschiedenen Grade der exorbitalen Prominenz bei meinem Material gezeigt haben:

Maße in mm:	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	rechts
Häufigkeit:	0	1	11	37	23	23	14	12	6	2	3	1	rechts
desgl.	1	1	17	33	25	18	15	13	8	2	0	1	links

S. graphische Darstellung!

Der Gipfel der Häufigkeitskurve liegt nach der graphischen Uebersicht bei 13 mm.

Ich verweise hier noch auf die Angaben von Emmert, der in der Mehrzahl der Fälle Werte zwischen 12 und 14 mm gefunden hat. Schlabs dagegen gibt als häufigst vorkommende Zahl 15 mm an.

Mit dem sich aus der Häufigkeitskurve ergebenden Resultat wollten wir uns jedoch nicht zufrieden geben. Ich errechnete deshalb noch den sich aus allen Messungen ergebenden Durchschnittswert (arithmetisches Mittel), der, durch die Schwankungsbreite beeinflußt, das Ergebnis anders darstellt. Die Resultate sind hier

für das rechte Auge . . . . 16,78 mm,
für das linke Auge . . . . 16,61 mm.

Diese Zahlen stimmen nahezu mit einer Angabe von Trendelenburg überein, der 17,1 mm als Mittelwert seiner Messungen nennt. —

Als weitere Feststellung aus meiner Untersuchungsreihe möchte ich erwähnen, daß unter 133 Fällen nur bei 6 eine völlige Symmetrie in der Tiefenlage beider Hornhautscheitel vorhanden war.

In der Literatur finden sich über diesen Punkt recht verschiedene Angaben: So von Schlabs, der mit dem Hertel'schen Exophthalmometer 50 Personen mißt, hierunter 2 symmetrische Fälle, von Cohn dagegen unter 427 Fällen 74 und von Emmert unter 400 Men-

schen 26 mit völlig gleicher Tiefenlage beider Augen. Ein besonders häufiges Uebereinstimmen fällt bei den Messungen, die Birch-Hirschfeld mit dem Exophthalmometer von Sattler u. Hering vornahm, auf. Unter 24 Fällen ist nach seinen Angaben bei 14 eine völlige Gleichheit der Tiefenlage beider Augen vorhanden (Mbl. f. Augenh. 1900, Bd. 38). Nach Emmert, der die Meinung vertritt, „daß je genauere Messungen wir mit einem Instrumente auszuführen imstande sind, wir umso seltener eine Gleichheit der

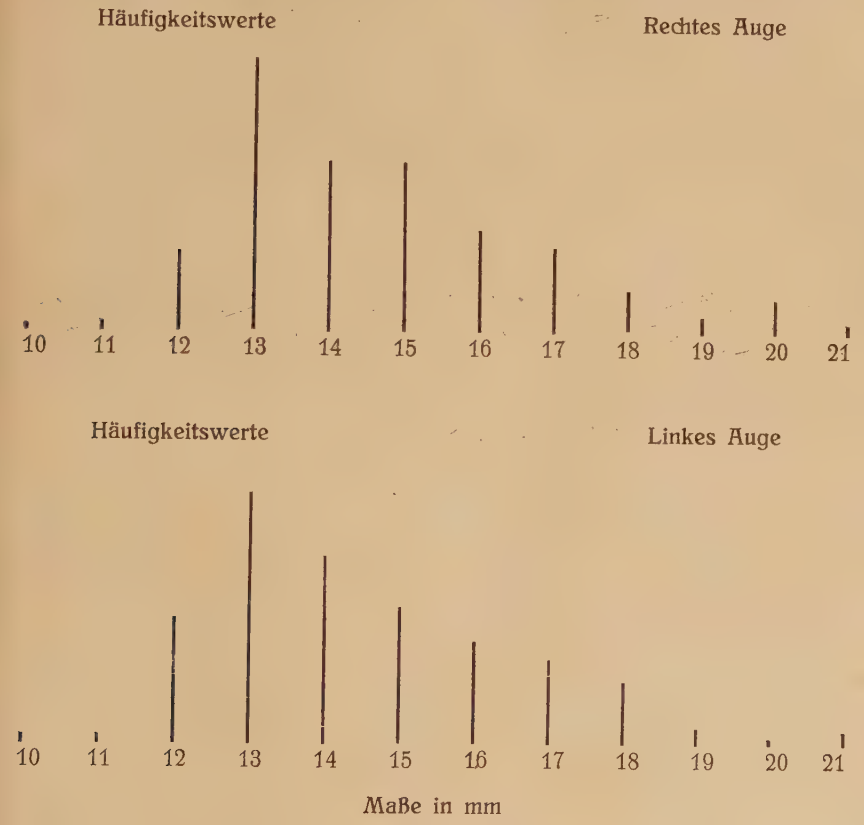

Abb. 3.

Häufigkeitswerte der Prominenz des rechten und linken Auges über die frontale Verbindungsebene der beiden Exoconchia nach einem Material von 134 Untersuchungspersonen.

Prominenz der Augen beider Kopfseiten finden", müßte die häufige Uebereinstimmung bei dem Apparat von Sattler u. Hering auf die Möglichkeit eines Meßfehlers hinweisen. —

In gewisser Uebereinstimmung mit Schlabs fand ich in der Mehrzahl der Fälle eine stärkere Protrusion des rechten Bulbus gegenüber dem linken. Doch behauptet Schlabs, dieses stärkere Hervortreten rechts in fast allen untersuchten Fällen gefunden zu haben, während ich unter 133 Personen nur bei 77 diese Feststellung machen konnte.

Es verdient vielleicht auch noch der Erwähnung, daß bei meinem Material ein gewisses Ansteigen der exorbitalen Prominenz des Auges mit zunehmendem Alter vorhanden zu sein scheint; jedenfalls kommen Werte über 17 mm bei jugendlichen Individuen nicht vor.

Einen merklichen Unterschied der Maße von Männern und Frauen konnte ich nicht feststellen.

Soweit meine anatomischen Ermittlungen.

Wenn mein Augenmerk in erster Linie auf die Feststellung von Durchschnittswert und Schwankungsbreite gerichtet war, ist es sehr naheliegend, daß dabei auch Wirkungen physiologischer Art ihren Einfluß bemerkbar machen mußten.

Diese über den Rahmen meiner Aufgabe hinausgehenden Beobachtungen möchte ich nun aufführen. Sie beziehen sich auf den Einfluß des Tonus infolge Ermüdung, körperlicher Inanspruchnahme durch die Menstruation oder andere schwer zu definierende, jedoch sicherlich die Körperverfassung beeinträchtigende Zustände, wie tagelang anhaltende starke Kopfschmerzen, Wirkung stärkerer Körperanstrengungen u. a.

Nachstehende Tabelle zeigt diese z. T. sehr augenfälligen Veränderungen.

Jeder Zahl liegen auch hier 10 nacheinander ausgeführte Messungen zugrunde und die Resultate sind also Mittelwerte aus diesen.

Ich habe mehrere Personen an verschiedenen Tagen morgens und abends, bzw. bei wechselnden körperlichen Zuständen, untersucht.

I. Versuchsperson, 27 Jahre, männl.

		rechtes Auge	linkes Auge
1. Tag	morgens	16,3 mm	14,5 mm
	abends	14,8 „	13,9 „
2. Tag	morgens	16,0 „	14,1 „
	abends	15,6 „	14,0 „
3. Tag	morgens	16,1 „	14,7 „
	abends	15,5 „	14,0 „

		rechtes Auge	linkes Auge
4. Tag	morgens (nach einem Nachtmarsch)	15,8 „	13,7 „
	abends	15,7 „	13,6 „

II. Versuchsperson, 48 Jahre, männl.

		rechtes Auge	linkes Auge
1. Tag	morgens	14,3 mm	13,9 mm
	abends	14,1 „	13,8 „
2. Tag	morgens	14,5 „	14,0 „
	abends	14,2 „	13,7 „
3. Tag	morgens	14,2 „	13,9 „
	abends	14,0 „	14,7 „

III. Versuchsperson, 16 Jahre, männl.

		rechtes Auge	linkes Auge
1. Tag	morgens	15,0 mm	15,0 mm
	abends	14,9 „	14,8 „
2. Tag	morgens	15,1 „	15,0 „
	abends	14,8 „	14,8 „

IV. Versuchsperson, 57 Jahre, weibl.

		rechtes Auge	linkes Auge
1. Tag	morgens	14,5 mm	14,5 mm
	abends	14,8 „	13,7 „
2. Tag	morgens	14,8 „	14,6 „
	abends	13,8 „	13,6 „
3. Tag	morgens	14,7 „	14,6 „
	abends	13,9 „	13,7 „
4. Tag	morgens (Kopfschmerzen)	14,0 „	13,8 „
	abends „	13,7 „	13,5 „
5. Tag	morgens „	14,3 „	13,8 „
	abends „	14,3 „	13,4 „

V. Versuchsperson, 22 Jahre, weibl.

		rechtes Auge	linkes Auge
1. Tag	morgens	11,7 mm	12,8 mm
	abends	11,5 „	11,9 „
2. Tag	morgens	11,7 „	11,9 „
	abends	11,6 „	11,9 „
3. Tag	morgens	11,8 „	12,1 „
	abends	11,4 „	11,7 „
4. Tag	morgens (Menstruation)	11,6 „	11,8 „
	abends	11,5 „	11,7 „

VI. Versuchsperson, 27 Jahre, weibl.

		rechtes Auge	linkes Auge
1. Tag	morgens	11,5 mm	12,1 mm
	abends	11,2 „	11,7 „
2. Tag	morgens	11,6 „	11,9 „
	abends	11,4 „	11,9 „
3. Tag	morgens	11,7 „	12,1 „
	abends	11,5 „	12,0 „
4. Tag	morgens (Menstruation)	11,2 „	11,3 „
	abends	11,2 „	11,4 „

Bei den vorstehenden 6 Versuchsreihen sprechen die Zahlen eine sehr eindeutige Sprache. Geradezu ausnahmslos sind die Zahlen der exorbitalen Prominenz abends niedriger als morgens. Es bleibt wohl keine andere Erklärung als die, daß dieses Zurücksinken des Bulbus durch eine Abnahme des Turgors der orbitalen Gewebe verursacht wird. Die Blutfülle in den Gefäßen wird hier gewiß eine Rolle spielen, es muß aber auch außerdem an eine Abnahme des Tonus der glatten Muskulatur, also wohl des Müllerschen, Orbitalmuskels, gedacht werden. —

Ich möchte nicht versäumen, außerdem noch darauf hinzuweisen, daß aus obiger Aufstellung außer den täglichen Schwankungen zwischen morgens und abends noch deutlich eine von Tag zu Tag wechselnde Lage des Bulbus ersichtlich ist, die in ähnlicher Weise, wie das soeben Gesagte, als feiner Indikator für die jeweils an dem betreffenden Tag herrschende Körperverfassung gewertet werden könnte.

Nicht ganz unerwähnt möchte ich ferner lassen, daß meine Feststellungen hinsichtlich der Bulbuslage während der Menses in einem auffallenden und merkwürdigen Gegensatz zu den von Cohn in einem Fall gemachten Beobachtungen stehen. Cohn konnte bei einer Frau ein jedesmal mit den Menses zusammentreffendes Hervortreten der Bulbi (außerdem ein Anschwellen des Halses) feststellen. Wie weit gerade bei diesem Falle eine ausgesprochene konstitutionelle oder pathologische Körperverfassung im Sinne eines Hyperthyreoidismus eine Rolle spielt, läßt sich nicht mehr entscheiden, könnte aber vielleicht als Erklärung herangezogen werden.

Bei den früher erwähnten Versuchen, die ich zur Auffindung der Fehlerquellen anstellte, fand ich ferner, in Uebereinstimmung mit O. Barkan, der bei Lidnicken einen durchschnittlichen Enophthalmus von 0,5 mm feststellte, daß beim Herabgleiten der Augenlider über den Bulbus ein gewisses Zurückweichen desselben sichtbar ist; diese Beobachtung konnte ich vor allem bei Kindern

machen. Ebenso fand ich, wie schon früher angedeutet, ein Hervortreten des Bulbus bei aktiver Erweiterung der Lidspalte. —

Fasse ich meine Ermittlungen nun noch zusammen, so glaube ich sagen zu können, daß sie — und das verwendete Instrument — die gleiche Gültigkeit beanspruchen dürfen wie jene Methoden, welche nach der eingangs vorgenommenen kritischen Wertung der Literatur als die verlässigsten erschienen sind. Als ein Fortschritt gegenüber den bisherigen darf vielleicht die außerordentliche Einfachheit und die unmittelbare Art der Feststellung hervorgehoben werden, die das Instrument für Massenuntersuchungen besonders zweckdienlich erscheinen lassen.

Der erste mir vorschwebende Zweck, nämlich zu ermitteln, ob mit den beschriebenen Okularmuscheln die Augendrehpunkte hinreichend sicher festgelegt werden können, ist somit erreicht.

Unter der Voraussetzung, daß die allgemein angenommene Lage des Augendrehpunktes 13—14 mm hinter dem Hornhautscheitel richtig ist, kann man nach meinen Untersuchungen damit rechnen, daß in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle (Gipfel der Häufigkeitskurve) tatsächlich mit den geschilderten Okularmuscheln das Projektionszentrum einer Perspektive festgelegt werden kann.

Nun aber hat — und zwar in Einklang mit der Angabe Trendelenburgs — ein arithmetisches Mittel aus der Schwankungsbreite (10,8—21,0 mm) auf Grund meines Materials einen Mittelwert von 16,78 mm ergeben.

Für den Zweck, welcher der Ausgangspunkt meiner Untersuchungen war, nämlich zu prüfen, ob die Lage des Auges mit einer für genaue Messungen hinreichenden Sicherheit mechanisch festzulegen sei, ergibt sich aus dem Vorstehenden, daß für die gewöhnlichen Bedürfnisse ärztlicher Diagnostik durch die Okularmuscheln der Augendrehpunkt hinreichend sicher fixiert werden kann; für Zwecke wissenschaftlicher Untersuchungen dagegen müßte doch der Schwankungsbreite Rechnung getragen werden.

Haßelwander hat denn auch nach meinen Ergebnissen für richtig gehalten, die Abmessungen an den Okularmuscheln seines Gerätes nicht auf den häufigsten, sondern auf einen Durchschnittswert von 16 mm einzustellen. Dadurch entstehen dann im Gebrauch seiner Methode durch Schwankungen in der Tiefenlage der Augen des Untersuchers keine Meßfehler, welche den Wert von 0,3 mm wesentlich überschreiten. Für besondere wissenschaftliche Zwecke wird es aber nützlich sein, von dem

Die gewonnenen Feststellungen über Mittelwert und Schwankungsbreite der Tiefenlage des Auges gelten für mitteleuropäische

Bevölkerung. Sicher sehr wertvoll wäre es, solche Ermittlungen etwa nach den Gesichtspunkten der Rassenanthropologie weiter auszudehnen.

Auch für die Ophthalmologie wäre das Gerät, als besonders einfach, wohl zu verwerten.

Ueber physiologische Einflüsse haben sich ebenfalls manche zusätzliche Daten ergeben, so die Bestätigung des Vor- und Zurücktretens der Augen bei Liderweiterung und -schluß und eine deutliche Abhängigkeit vom Tonus der Körpergewebe, dessen Absinken auch in einem Zurücktreten der Augen ihren Ausdruck findet.

Es ist mir ein tief empfundenes Bedürfnis, Herrn Professor Dr. Haßelwander an dieser Stelle herzlichst für die vielseitigen Anregungen und Unterweisungen zu danken, die ich von ihm nicht nur im Hinblick auf vorliegende Arbeit, sondern während meiner ganzen medizinischen Studien empfangen habe.

Literatur:

Arnold: „Einfache Methode der genauen Messung des Exophthalmus.“ Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. Bd. XXXV, S. 656.

Ambialet: Handb. d. Augenheilk., 2. Aufl., Bd. IX, 1. Abtlg., S. 45.

Barkan: „Die Lage des Auges in der Augenhöhle unter verschiedenen physiologischen Bedingungen.“ Arch. f. Ophth. 1916, Bd. XXXV.

Berlin: „Beiträge zur Mechanik der Augenbewegungen.“ Arch. f. Ophth. XVIII, 2, S. 154.

Birch-Hirschfeld: „Physiologische Schwankungen in der Stellung des Bulbus innerhalb der Orbita.“ Handb. d. ges. Augenheilk. II. Aufl., Bd. IX, Kap. 13.

— —: „Ein neues Exophthalmometer.“ Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. Bd. XXXVIII, 1900, S. 721.

Coccius: „Ophthalmometrie und Spannungsmessungen am kranken Auge.“ Leipzig.

Cohn: „Messungen der Prominenz der Augen mittels eines neuen Instrumentes, des Exophthalmometers.“ Klin. Mbl. f. A. Bd. V (1867).

— —: Archiv f. Ophthalm. Bd. V, S. 342.

Donders: Archiv f. Ophthalm. Bd. XVII, S. 99 (1871).

Emmert: „Beschreibung eines neuen Exophthalmometers.“ Klin. Mbl. f. Augenh. Bd. VIII, S. 33 (1870).

Engelking: „Ortsbestimmung der Augen.“ Handb. d. A., 3. Aufl., Bd. II, S. 348.

Helmbold Rud.: Zeitschr. f. Ophthalm. 3. Jahrg. 1916, S. 101.

Hertel: „Ein einfaches Exophthalmometer.“ Arch. f. A. Bd. LX, 1905. S. 171—174.

Knapp: „Einfaches Hilfsmittel zur Bestimmung eines Exophthalmus.“ Zeitschr. f. Augenh. 47, S. 213.

Kiyosawa: „Exophthalmometer.“ Ref. Klin. Mbl. f. A. I, S. 564.

Ludwig: „Zur Demonstration des Hervortretens des Bulbus bei willkürlicher Erweiterung der Lidspalte.“ Festschrift für Sattler. Klin. Mbl. f. A. Beilageheft 1903, S. 389.

Schlabs: Mbl. f. Augenh. Bd. LV, 2. 1915.

Snellen: Handb. d. A. I. Aufl. Bd. III, S. 108.

Trendelenburg: „Ein einfacher Apparat zur genauen Messung des Augenabstandes, der Pupillenweite, der Hornhaut und des Exophthalmus.“ Kl. Mbl. f. A. Bd. 65, S. 527.

Tuyl: „Ueber das graphische Registrieren der Vor- und Rückwärtsbewegungen des Auges.“ Arch. f. Ophth. Bd. II, S. 233 (1902).

Weiss: „Demonstration eines binokulaten Exophthalmometers.“ Ber. über die 24. Vers. d. ophth. Ges. zu Heidelberg.

Zehender: „Noch ein neues Exophthalmometer.“ Klin. Mbl. f. A. Bd. VIII, S. 42 (1870).

Lebenslauf.

Ich wurde am 26. Oktober 1903 als Tochter des Notars Max Rid zu Weilheim/Obb. geboren.

Nachdem ich in Miltenberg/Main die Volksschule und Höhere Töchterschule und in München eine Privat-Handelschule besucht hatte, war ich von meinem 18.—24. Lebensjahr als Korrespondentin in verschiedenen kaufmännischen Betrieben und bei der Bayer. Hypotheken- und Wechselbank tätig.

1928/29 habe ich in Pörtschach (Kärnten) für ein Berliner Reisebüro ein Hotel geleitet.

1929/30 war ich zur sprachlichen Weiterbildung in England und besuchte dort die Municipal high scool of Commerce und die Universität Manchester als Hörerin.

Von 1930—31 hatte ich in Compiègne (Frankreich) eine Stellung als Erzieherin.

Im Frühjahr 1932 legte ich am hessischen Realgymnasium in Darmstadt als Privatstudierende die Reifeprüfung ab und studierte dann 1 Semester Kultur- und Staatswissenschaften an der Technischen Hochschule Darmstadt.

Dem Studium der Zahnmedizin oblag ich teils in Heidelberg, teils in Erlangen, wo ich im Frühjahr 1935 das zahnmedizinische Staatsexamen mit „sehr gut" bestand.

Im Oktober 1935 habe ich mich in Oberstdorf/Allg. als prakt. Zahnärztin niedergelassen.

Beatrix Rid.